



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 32 264 A1** 2005.02.03

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 32 264.7

(22) Anmeldetag: 16.07.2003

(43) Offenlegungstag: 03.02.2005

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **F01L 1/344**

(71) Anmelder:

**AFT Atlas Fahrzeugtechnik GmbH, 58791 Werdohl,  
DE**

(72) Erfinder:

**Neubauer, Dirk, Dipl.-Ing., 58769  
Nachrodt-Wiblingwerde, DE; Axmacher, Detlef,  
58636 Iserlohn, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:

**DE 103 17 607 A1**

**DE 103 15 317 A1**

**DE 100 38 354 A1**

**DE 36 15 746 A1**

**MÖLLER, Herbert W.: Die Umlaufgetriebe.**

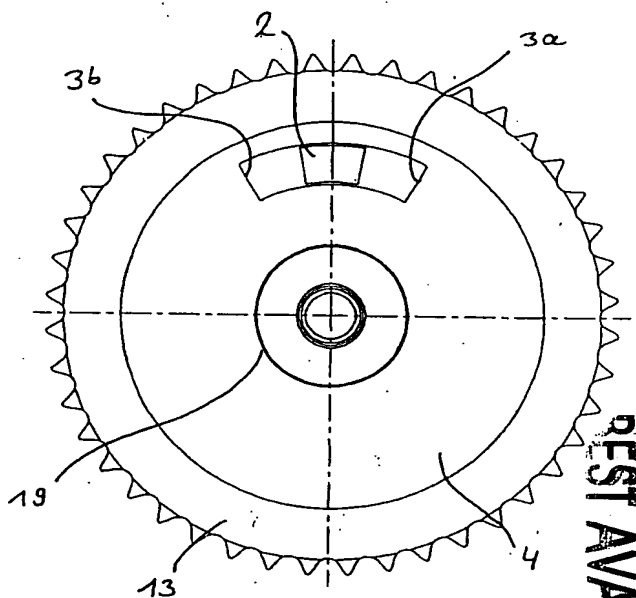
**Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1998. ISBN  
3-540-63227-1, S.34,35,48,63-69,97-99;;**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Elektromechanischen Phasensteller und Verfahren zu dessen Betrieb**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen elektromechanischen Phasensteller (1) zum Verstellen der Phasenlage einer Nockenwelle (16) in Bezug zur Kurbelwelle (18). Der Phasensteller (1) umfasst einen elektrischen Stellantrieb (14) und ein von diesem elektrischen Stellantrieb (14) eingangsseitig angetriebenes Getriebe (15), das eine negative Umlaufübersetzung aufweist und keine Selbsthemmung hat. Somit sind Vorrichtungen und Verfahren geschaffen, die es beim Ausfall des elektrischen Stellantriebes (14) ermöglichen, dass das System in eine beliebig vorgebbare, an den jeweiligen Verbrennungsmotor angepasste Notlaufposition gebracht wird, die im gesamten Verstellwinkelbereich liegen kann und sowohl ein Starten als auch einen zumindest eingeschränkten Betrieb des Verbrennungsmotors gewährleistet.



BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen elektromechanischen Phasensteller zum Verstellen der Phasenlage einer Nockenwelle in Bezug zu einer Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors gemäß dem Oberbegriff aus Anspruch 1.

## Stand der Technik

**[0002]** In der gattungsbildenden Druckschrift DE 100 38 354 A1 ist ein Phasensteller zum Verstellen der Phasenlage einer Nockenwelle in Bezug zu einer Kurbelwelle beschrieben, der einen elektrischen Stellantrieb, eine Regelung und ein Getriebe umfasst. Bei diesem Phasensteller sind eine mit der Kurbelwelle verbundene Drehscheibe und eine mit der Nockenwelle verbundene Drehscheibe über eine Taumelscheibe des Taumelscheibengetriebes miteinander verzahnt. Dabei weisen die Drehscheibe der Kurbelwelle und die Drehscheibe der Nockenwelle eine unterschiedliche Zahnzahl auf, wodurch zwischen den beiden Drehscheiben bei einer vom Antrieb erzeugten Taumdrehung der Taumelscheibe ein Versatz in der Phasenlage entsteht. Bauartbedingt ist hierbei grundsätzlich ein beliebig großer Verstellwinkel möglich, jedoch ist lediglich ein Verstellwinkelbereich von  $\pm 40$  Grad sinnvoll.

**[0003]** Zur Erzielung der verbrennungsmotorseitigen Vorteile der Phasenverstellung in Bezug auf Verbrauch, Abgas bzw. Leistung kann es an bestimmten Betriebspunkten des Verbrennungsmotors notwendig werden, einen Phasenwinkel an der Nockenwelle einzustellen, der nicht für den gesamten Betriebsbereich des Verbrennungsmotors, insbesondere Start und Leerlauf, geeignet ist.

**[0004]** Wenn nun der elektrische Stellantrieb ausfällt, ist in der Druckschrift DE 100 38 354 A1 eine Vorrichtung vorgesehen, die gewährleistet, dass die Nockenwelle und das Nockenwellenrad in eine 0 Grad verdrehte Lage gebracht werden, wobei der Nachteil darin besteht, dass diese feste Phasenlage von 0 Grad nicht bei jedem Verbrennungsmotor garantiert, dass ein Starten und ein zumindest eingeschränkter Betrieb gewährleistet ist.

## Aufgabenstellung

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen elektromechanischen Phasensteller zum Verstellen der Phasenlage einer Nockenwelle in Bezug zur Kurbelwelle in einem Verbrennungsmotor anzugeben, der bei Ausfall des elektrischen Stellantriebes, sowohl ein Starten als auch einen zumindest eingeschränkten Betrieb des Verbrennungsmotors gewährleistet.

**[0006]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch

einen elektromechanischen Phasensteller mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sowie Verfahren zu dessen Betrieb sind den Unteransprüchen zu entnehmen. Dabei umfasst der elektromechanische Phasensteller einen elektrischen Stellantrieb und ein von diesem elektrischen Stellantrieb eingangsseitig angetriebenes Getriebe.

**[0007]** Das Getriebe hat zwei Eingänge. Einmal den Stellantrieb, auf dessen Welle die Taumelscheibe kraftschlüssig verbunden sitzt. Zum anderen den Eingang, an dem eine Drehscheibe, die fest mit dem Nockenwellenrad verbunden ist, drehbar auf der Welle des Stellantriebes gelagert ist. Das Nockenwellenrad selbst ist drehbar auf der Nockenwelle gelagert und über einen Primärtrieb mit der Kurbelwelle verbunden. Am Getriebeausgang sitzt eine zweite Drehscheibe, die fest mit der Nockenwelle verbunden ist. Die beiden Drehscheiben sind über die Taumelscheibe miteinander verzahnt.

**[0008]** Der Bereich der möglichen Phasenlagen ist zwischen zwei Endanschlägen begrenzt, dem sogenannten Spätendanschlag und dem sogenannten Frühendanschlag.

**[0009]** Dabei befinden sich die zwei Endanschläge an der mit dem Nockenwellenrad verbundenen Drehscheibe des Getriebes und stehen in Wechselwirkung mit dem Anschlag, der sich ausgangsseitig an der mit der Nockenwelle verbundenen Drehscheibe des Getriebes befindet.

**[0010]** Alternativ dazu befindet sich ein Anschlag an der mit dem Nockenwellenrad verbundenen Drehscheibe des Getriebes und steht in Wechselwirkung mit den zwei Endanschlägen, die sich ausgangsseitig an der mit der Nockenwelle verbundenen Drehscheibe des Getriebes befinden.

**[0011]** Das Getriebe des elektromechanischen Phasenstellers weist keine Selbsthemmung auf. Das bedeutet, dass ein Drehmoment an der Getriebeeingangseite eine Drehung an der Getriebeausgangsseite bewirkt und umgekehrt.

**[0012]** Darüber hinaus besitzt das Getriebe eine negative Umlaufübersetzung. Das bedeutet, dass der Drehsinn an der zum Stellantrieb gehörigen Getriebeeingangseite, im weiteren Verlauf nur noch Getriebeeingangseite genannt, dem an der Getriebeausgangsseite entgegengesetzt ist. Somit bewirkt eine Verzögerung der Getriebeeingangseite eine Verstellung der Getriebeausgangsseite, in Richtung früher Steuerzeiten. Im Normalbetrieb ist die Phasenlage der Nockenwelle zur Kurbelwelle fest und durch den elektrischen Stellantrieb verriegelt.

**[0013]** Bei Ausfall des elektrischen Stellantriebes wird es durch die Eigenschaften des Getriebes, der

negativen Umlaufübersetzung und der fehlenden Selbsthemmung, möglich, durch Wirkung des nunmehr nicht mehr unterdrückten Drehmomentunterschiedes von Getriebeeingang zu Getriebeausgang, das System in eine beliebig vorgebbare, an den jeweiligen Verbrennungsmotor angepasste Notlaufposition zu bringen, die sowohl ein Starten als auch einen zumindest eingeschränkten Betrieb des Verbrennungsmotors gewährleistet.

**[0014]** Nach einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist das Getriebe ein Taumelscheibengetriebe.

**[0015]** Vorteilhafterweise ist an dem elektromechanischen Phasensteller zusätzlich zum elektrischen Stellantrieb eine separate Verriegelungsvorrichtung vorgesehen, die den Phasensteller unabhängig vom elektrischen Stellantrieb auf ein Verriegelungssignal hin verriegelt.

**[0016]** Dabei überprüft ein Überwachungsmechanismus die Funktionsfähigkeit des elektrischen Stellantriebs und aktiviert bei Ausfall des elektrischen Stellantriebs die separate Verriegelungsvorrichtung. Dabei kann die Spannungsversorgung, die Regelung des Stellantriebs oder der Stellantrieb selbst ausfallen.

**[0017]** Vorzugsweise wird der Überwachungsmechanismus durch einen Sensor, der den Stromfluss durch den elektrischen Stellantrieb überwacht, gebildet.

**[0018]** Beim Ausfall des elektrischen Stellantriebes wird eine beliebig vorgebbare Notlaufposition zwischen den Endanschlägen angefahren, indem durch den nun nicht mehr kompensierten Unterschied zwischen dem Drehmoment am Getriebeeingang, das im wesentlichen von der dort herrschenden systemimmanenten Reibungskraft herrührt und dem Drehmoment am Getriebeausgang, das im wesentlichen von der dort herrschenden systemimmanenten Reibungskraft herrührt, die Phasenlage entsprechend dem resultierenden Drehmoment in Richtung eines der beiden Endanschläge verändert und bei Erreichen der Notlaufposition der Phasensteller verriegelt wird, oder wenn die Notlaufposition nicht in der Verstellrichtung liegt, bei Erreichen des Endanschlags durch das resultierende Drehmoment dort gehalten wird.

**[0019]** Insbesondere ist nahezu allen Verbrennungsmotoren gemeinsam, dass die systemimmanente Reibungskraft am nockenwellenseitigen Getriebeausgang bei sehr kleinen Motordrehzahlen wesentlich höher ist als bei Betriebsdrehzahlen.

**[0020]** Vorteilhafterweise ist der Phasensteller, unter anderem aufgrund seines Getriebeübersetzungs-

verhältnisses, so ausgelegt, dass bei Motordrehzahlen größer oder gleich einer vorgegebenen Drehzahl, z. B. der Leerlaufdrehzahl, beim Ausfall des elektrischen Stellantriebes die Reibungskraft am Getriebeeingang größer ist als am Getriebeausgang, der Getriebeeingang also gegenüber dem Getriebeausgang verzögert wird. Durch die negative Umlaufübersetzung des Getriebes resultiert daraus eine Verstellung der Nockenwelle am Getriebeausgang in Richtung Frühlage.

**[0021]** Deshalb wird bei Motordrehzahlen größer oder gleich einer vorgegebenen Drehzahl die Phase der Nockenwelle so lange in Richtung des Frühendanschlags verstellt, bis die vorgegebene Notlaufposition erreicht und der Phasensteller in dieser Position verriegelt wird.

**[0022]** In dem Fall, dass sich beim Ausfall des elektrischen Stellantriebes die Phase der Nockenwelle jenseits der Notlaufposition befindet, wird diese solange in Richtung des Frühendanschlags verstellt, bis dieser erreicht und die Phase durch das resultierende Drehmoment dort gehalten wird.

**[0023]** Vorteilhafterweise läuft der Verbrennungsmotor bei dieser Phasenlage weiter und ist zumindest eingeschränkt betriebsbereit.

**[0024]** Alternativ dazu kommt es zum Absterben des Motors, wobei sich entweder beim Auslaufen des Motors oder beim Neustart eine Motordrehzahl einstellen wird, die kleiner einer vorgegebenen Drehzahl ist, wodurch die Phase der Nockenwelle so lange in Richtung des Spätendanschlags verstellt wird, bis die vorgegebene Notlaufposition erreicht und der Phasensteller in dieser Position verriegelt wird.

**[0025]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird die Verstellung der Phase in Richtung des Frühendanschlags durch ein separates Bremsselement am Getriebeeingang erreicht.

**[0026]** Vorzugsweise umfasst die separate Verriegelungsvorrichtung des elektromechanischen Phasenstellers folgende Bestandteile:

- a) einen Rastiermechanismus pro Endanschlag über den im Normalbetrieb der Endanschlag gegen eine vorgespannte Feder in seiner Ausgangslage gehalten wird;
- b) einen Entriegelungsmechanismus, der bei Ausfall des elektrischen Stellantriebs den Endanschlag über den Rastiermechanismus entriegelt;
- c) einen Hemmmechanismus pro Endanschlag, der verhindert, dass der Endanschlag gegen die Richtung der Feder bewegt wird und
- d) einen internen Begrenzer pro Endanschlag, der den Verstellweg des Endanschlags von dessen Ausgangslage bis zu dessen Notlaufposition begrenzt.

**[0027]** Dabei wird beim Ausfall des elektrischen Stellantriebes eine beliebig vorgebbare Notlaufposition zwischen den Endanschlägen angefahren, indem bei Ausfall des elektrischen Stellantriebes durch den nun nicht mehr kompensierten Unterschied zwischen dem Drehmoment am Getriebeeingang und dem Drehmoment am Getriebeausgang die Phasenlage entsprechend dem resultierenden Drehmoment in Richtung eines der beiden Endanschläge verändert wird, wobei das Drehmoment an der Nockenwelle während einer Umdrehung insbesondere durch die im Ventiltrieb auftretende Reibung und durch das Spannen und Entspannen der Ventilsfedern einen positiven Anteil, der eine Verstellung der Phasenlage in Richtung Spätendanschlag zur Folge hat, und einen negativen Anteil hat, der eine Verstellung der Phasenlage in Richtung Frühendanschlag zur Folge hat, und der Entriegelungsmechanismus der Verriegelungsvorrichtung den Rastiermechanismus eines jeden Endanschlags entriegelt und die Endanschläge durch die jeweilige vorgespannte Feder so lange aus ihrer Ausgangslage in Richtung ihrer jeweiligen Notlaufposition verstellt werden, bis der erste Endanschlag am Anschlag anliegt und somit eine weitere Phasenverstellung in diese Richtung verhindert wird. Der zweite Endanschlag ist zu diesem Zeitpunkt durch die zugehörige vorgespannte Feder bis zur entsprechenden Notlaufposition verstellt. Bei den darauffolgenden wiederholten Wechseln der Phasenverstellrichtung wird der erste Endanschlag so lange verstellt, bis dieser ebenfalls seine Notlaufposition erreicht hat. Damit ist der Phasensteller im Notlauf verriegelt.

**[0028]** In einer alternativen Ausführung der Erfindung umfasst die separate Verriegelungsvorrichtung des elektromechanischen Phasenstellers folgende Bestandteile:

- a) einen Rastiermechanismus, über den im Normalbetrieb der Anschlag gegen eine vorgespannte Feder in seiner Ausgangslage gehalten wird;
- b) einen Entriegelungsmechanismus, der bei Ausfall des elektrischen Stellantriebes den Anschlag über den Rastiermechanismus entriegelt;
- c) einen Hemmmechanismus, der verhindert, dass der Anschlag gegen die Richtung der Feder bewegt wird und
- c) einen internen Begrenzer pro Phasenverstellrichtung, der den Verstellweg des entriegelten Anschlags auf dessen Weg zur Notlaufposition begrenzt.

**[0029]** Dabei wird beim Ausfall des elektrischen Stellantriebes eine beliebig vorgebbare Notlaufposition zwischen den Endanschlägen angefahren, indem der Entriegelungsmechanismus der Verriegelungsvorrichtung den Rastiermechanismus des Anschlags entriegelt und der Anschlag durch die vorgespannte Feder auf dem Weg zwischen einem der Endanschläge und der Notlaufposition durch den jewei-

ligen Begrenzer blockiert wird und somit eine weitere Phasenverstellung in diese Richtung verhindert wird. Bei den darauffolgenden wiederholten Wechseln der Phasenverstellrichtung wird der Anschlag so lange verstellt, bis dieser seine Notlaufposition erreicht hat. Damit ist der Phasensteller im Notlauf verriegelt.

#### Ausführungsbeispiel

**[0030]** Eine nähere Beschreibung der vorliegenden Erfindung erfolgt anhand der beigelegten Zeichnungen.

**[0031]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Motors mit einer Nockenwelle, einer Kurbelwelle und einem dazwischengeschalteten elektromechanischen Phasensteller;

**[0032]** Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines elektromechanischen Phasenstellers ohne Verriegelungsvorrichtung;

**[0033]** Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines elektromechanischen Phasenstellers ohne Verriegelungsvorrichtung, wobei die Phase gegenüber Fig. 2 in Richtung Frühphase verstellt ist;

**[0034]** Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines elektromechanischen Phasenstellers mit einer Verriegelungsvorrichtung, bei der sich die beiden getriebeausgangsseitigen Endanschläge in der jeweiligen Ausgangslage die dem Normalbetrieb entspricht, befinden;

**[0035]** Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung eines elektromechanischen Phasenstellers mit einer Verriegelungsvorrichtung, bei der ein getriebeausgangsseitiger Endanschlag am getriebeeingangsseitigen Anschlag anliegt, und sich der andere Endanschlag in seiner Notlaufposition befindet;

**[0036]** Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung eines elektromechanischen Phasenstellers mit einer Verriegelungsvorrichtung; bei der sich beide getriebeausgangsseitigen Endanschläge in ihrer Notlaufposition befinden;

**[0037]** Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung eines elektromechanischen Phasenstellers mit einer Verriegelungsvorrichtung, bei der sich der getriebeausgangsseitige Anschlag in seiner Ausgangslage befindet, die dem Normalbetrieb entspricht;

**[0038]** Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung eines elektromechanischen Phasenstellers mit einer Verriegelungsvorrichtung, bei der sich der getriebeausgangsseitige Anschlag in einer Phasenlage zwischen Ausgangslage und Notlaufposition befindet;

**[0039]** Fig. 9 zeigt eine schematische Darstellung eines elektromechanischen Phasenstellers mit einer Verriegelungsvorrichtung, bei der sich der getriebeausgangsseitige Anschlag in seiner Notlaufposition befindet.

**[0040]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Motors mit einer Nockenwelle 16, einer Kurbelwelle 18 und einem dazwischengeschalteten elektromechanischen Phasensteller 1, der die Phasenlage der Nockenwelle 16 in Bezug zur Kurbelwelle 18 verstellen kann. Der elektromechanische Phasensteller 1 umfasst eine nicht dargestellte Regelung, einen elektrischen Stellantrieb 14, vorzugsweise einen Elektromotor, und ein von diesem elektrischen Stellantrieb 14 eingangsseitig angetriebenes Getriebe 15, das vorteilhafterweise ein Taumelscheibenge triebe sein kann, das sich durch einen geringen Bauraum auszeichnet und kostengünstig herzustellen ist. Die Kurbelwelle 18 ist über einen Primärtrieb 17 mit dem Nockenwellenrad 12 verbunden.

**[0041]** Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines elektromechanischen Phasenstellers 1 ohne Verriegelungsvorrichtung. Die Drehscheibe 13 ist fest verbunden mit Nockenwellenrad 12 und ist drehbar gelagert auf der Welle 19 des Stellantriebs 14. Die Drehscheibe 4 ist fest mit der Nockenwelle 16 verbunden. Die nicht dargestellte Taumelscheibe sitzt fest auf der Welle 19 des Stellantriebs 14. Die beiden Drehscheiben 4, 13 sind über die Taumelscheibe miteinander verzahnt. Im Normalbetrieb ist die Phasenlage zwischen Kurbelwelle 18 und Nockenwelle 16 fest. Die Kurbelwelle 18 dreht über den Primärtrieb 17 das Nockenwellenrad 12. Die Drehscheibe 13, die mit dem Nockenwellenrad 12 verbunden ist, überträgt über die Taumelscheibe die Kraft auf die Drehscheibe 4 und somit auf die Nockenwelle 16.

**[0042]** Die systemimmanenten Reibungskräfte bewirken, dass auf der Getriebeeingangseite bzw. auf der Getriebeausgangsseite jeweils Drehmomente auf die Welle 19 bzw. auf die Nockenwelle 16 wirken. Der Stellantrieb 14 gewährleistet, dass diese Drehmomente im Gleichgewicht sind, indem er die Taumelscheibe gegen das resultierende Drehmoment mit der Drehzahl der Nockenwelle 16 dreht. Dadurch bleiben die Punkte, an denen sich die beiden Drehscheiben 4, 13 und die Taumelscheibe jeweils berühren, fest. Das Nockenwellenrad 12, die Welle 19 mit der Taumelscheibe und die Nockenwelle 16 laufen synchron und damit ist die Phasenlage durch den Phasensteller 14 verriegelt. Der Bereich der möglichen Phasenlagen ist zwischen den zwei Endanschlägen 3a, 3b begrenzt, dem sogenannten Spätendanschlag 3a und dem sogenannten Frühendanschlag 3b.

**[0043]** Dabei befinden sich die zwei Endanschläge 3a, 3b getriebeausgangsseitig an der mit der No-

ckenwelle 16 verbundenen Drehscheibe 4. Der Anschlag 2 ist an der mit dem Nockenwellenrad 12 verbundenen Drehscheibe 13 und kann Positionen zwischen den Endanschlägen 3a und 3b einnehmen.

**[0044]** Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Phasenstellers 1 ohne Verriegelungsvorrichtung, wobei die Phase gegenüber der Darstellung in Fig. 2 in Richtung Frühlage verstellt ist, der Frühendanschlag 3b hat sich auf den Anschlag 2 zubewegt. Während der Dauer der Phasenverstellung in, hier in Richtung Frühlage, dreht die Welle 19 schneller als zum Zeitpunkt der festen Phasenlage. Die Drehzahl des Nockenwellenrades 12 verändert sich dabei nicht. Die Taumelscheibe stützt sich quasi gegen die mit dem Nockenwellenrad 12 verbundenen Drehscheibe 13 ab und übt so lange eine beschleunigende Kraft auf die mit der Nockenwelle 16 verbundenen Drehscheibe 4 aus, bis die gewünschte Phasenlage von Nockenwelle 16 zu Kurbelwelle 18 erreicht ist. Nach der Phasenverstellung läuft das System wieder synchron, die Phase ist wieder durch den Phasensteller 1 verriegelt.

**[0045]** Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines elektromechanischen Phasenstellers 1 mit einer Verriegelungsvorrichtung 11. Die Verriegelungsvorrichtung 11 weist folgende Bestandteile auf:

- a) einen Rastiermechanismus 5a, 5b pro Endanschlag 3a, 3b, über den im Normalbetrieb der Endanschlag 3a, 3b gegen die vorgespannte Feder 6a, 6b in seiner Ausgangslage gehalten wird;
- b) einen Entriegelungsmechanismus 7, zum Beispiel einen Elektromagneten, der bei Ausfall des Stellantriebs 14 den Bolzen 8 freigibt und damit den Endanschlag 3a, 3b über den Rastiermechanismus 5a, 5b entriegelt;
- c) einen Hemmmechanismus 10a, 10b pro Endanschlag, der verhindert, dass der Endanschlag 3a, 3b gegen die Richtung der Feder 6a, 6b bewegt wird und
- d) einen internen Begrenzer 9a, 9b als Bestandteil des Endanschlags 3a, 3b, der den Verstellung des Endanschlags 3a, 3b von dessen Ausgangslage bis zu dessen Notlaufposition begrenzt. Die Endanschläge 3a und 3b sind in diesem Ausführungsbeispiel also beweglich, nachdem sie entriegelt worden sind.

**[0046]** Durch die im Ventiltrieb auftretende Reibung, insbesondere durch das Spannen und Entspannen der Ventilfeuern, hat das Drehmoment an der Getriebeausgangsseite während einer Umdrehung einen positiven Anteil und einen negativen Anteil. Der positiven Anteil hat eine Verstellung der Phasenlage in Richtung Spätendanschlag 3a zur Folge. Der negativen Anteil hat eine Verstellung der Phasenlage in Richtung Frühendanschlag 3b zur Folge. Das daraus resultierende Drehmoment an der Getriebeeingangsseite wird durch den Stellantrieb 14 kompensiert.

**[0047]** Durch Ausfall des elektrischen Stellantriebes 14 sind die Drehmomente, die auf der Getriebeeingangsseite auf die Welle 19 und auf der Getriebeausgangsseite auf die Nockenwelle 16 wirken, nicht mehr im Gleichgewicht. Während einer Nockenwellenumdrehung findet eine Phasenverstellung in Richtung Früh- und in Richtung Spätlage statt.

**[0048]** Sobald der Ausfall des elektrischen Stellantriebes 14 durch einen Überwachungsmechanismus, zum Beispiel einem Sensor, der den Stromfluss durch den Stellantrieb 14 überwacht, erkannt ist, gibt der Entriegelungsmechanismus 7 den Bolzen 8 frei. Dies kann auch stromlos geschehen. Der Bolzen 8 entriegelt den Rastiermechanismus 5a, 5b eines jeden Endanschlages 3a, 3b und dieser wird durch die jeweilige vorgespannte Feder 6a, 6b so lange in Richtung der jeweiligen Notlaufposition verstellt, bis der erste Endanschlag, hier der Spätendanschlag 3a, am Anschlag 2 anliegt, wie in Fig. 5 gezeigt.

**[0049]** Dadurch wird eine weitere Phasenverstellung in diese Richtung verhindert. Eine Bewegung des Spätendanschlages 3a gegen die Feder 6a, also in die entgegengesetzte Richtung, wird durch den Hemmmechanismus 10a verhindert.

**[0050]** Der zweite Endanschlag, in diesem Fall der Frühendanschlag 3b, ist zum selben Zeitpunkt durch die zugehörige vorgespannte Feder 6b bis zur entsprechenden Notlaufposition verstellt. Bei den darauffolgenden wiederholten Wechseln der Phasenverstellrichtung wird der erste Endanschlag, der Spätendanschlag 3a, so lange in Richtung seiner Notlaufposition verstellt, bis er diese erreicht hat.

**[0051]** Fig. 6 zeigt, dass der Anschlag 2 durch die beiden Endanschlüsse 3a und 3b fixiert ist. Somit ist der Phasensteller 1 in seiner Notlaufposition verriegelt.

**[0052]** Fig. 7 zeigt einen elektromechanischen Phasenstellers 1 im Normalbetrieb mit einer alternativen Ausführungsform einer Verriegelungsvorrichtung. In diesem Fall sind die beiden Endanschlüsse 3a, 3b mit der Drehscheibe 13 verbunden. Der Anschlag 2 ist mit der Drehscheibe 4 verbunden und wird im Normalbetrieb durch einen nicht dargestellten Rastiermechanismus gegen eine vorgespannte Feder 6 in seiner Ausgangslage gehalten. Der Verstellweg des entriegelten Anschlages 2 zwischen den Endanschlüssen 3a, 3b und der Notlaufposition wird durch den jeweiligen Begrenzer 9a, 9b begrenzt. Die beiden Begrenzer 9a, 9b bilden je einen Schenkel eines auf den Kopf gestelltes V. Sie beginnen am jeweiligen Endanschlag 3a, 3b und münden in die Notlaufposition.

**[0053]** Beim Ausfall des elektrischen Stellantriebes 14 entriegelt ein Entriegelungsmechanismus einen

Rastiermechanismus, beide hier nicht dargestellt, und der Anschlag 2 wird durch die vorgespannte Feder 6 in Richtung eines der Begrenzer 9a, 9b bewegt, bis er, wie in Fig. 8 gezeigt, am Begrenzer 9a anliegt. Somit wird eine weitere Phasenverstellung in diese Richtung verhindert. Eine Bewegung des Anschlages 2 gegen die Feder 6 wird durch den Hemmmechanismus 10 verhindert.

**[0054]** Bei den darauffolgenden wiederholten Wechseln der Phasenverstellrichtung wird der Anschlag 2 so lange in Richtung seiner Notlaufposition verstellt, bis er diese erreicht hat.

**[0055]** Fig. 9 zeigt, wie der Anschlag 2 in seiner Notlaufposition verriegelt ist.

**[0056]** In den gezeigten Ausführungsbeispielen des Phasenstellers 1 sind die beiden Endanschlüsse 3a, 3b an der Getriebeausgangsseite an der Drehscheibe 4 und der Anschlag 2 an der Getriebeeingangsseite an der Drehscheibe 13 angebracht und umgekehrt. In gezeigten Ausführungsbeispielen ist der jeweils durch die Feder 6, 6a, 6b bewegliche Anschlag 2, 3a, 3b an der Drehscheibe 4 angebracht. Natürlich kann der bewegliche Anschlag 2, 3a, 3b auch an der Drehscheibe 13 angebracht sein.

**[0057]** Der vorliegende Phasensteller 1 schafft somit Vorrichtungen und Verfahren, die es beim Ausfall des elektrischen Stellantriebes 14 ermöglichen, dass das System in eine beliebig vorgebbare, an den jeweiligen Verbrennungsmotor angepasste Notlaufposition gebracht wird, die im gesamten Verstellwinkelbereich liegen kann und sowohl ein Starten als auch einen zumindest eingeschränkten Betrieb des Verbrennungsmotors gewährleistet.

#### Bezugszeichenliste

1	Phasensteller
2	Anschlag
3a	Spätendanschlag
3b	Frühendanschlag
4	Drehscheibe, mit Nockenwelle verbunden
5a, 5b	Rastiermechanismus
6, 6a, 6b	Feder
7	Entriegelungsmechanismus
8	Bolzen
9a	Begrenzer, Spätendanschlag
9b	Begrenzer, Frühendanschlag
10, 10a, 10b	Hemmmechanismus
11	Verriegelungsvorrichtung
12	Nockenwellenrad

13	Drehscheibe, mit Nockenwellenrad verbunden
14	Elektrischer Stellantrieb
15	Getriebe
16	Nockenwelle
17	Primärtrieb
18	Kurbelwelle
19	Welle, elektrischer Stellantrieb

### Patentansprüche

1. Elektromechanischer Phasensteller (1) zum Verstellen der Phasenlage einer Nockenwelle (16) in Bezug zu einer Kurbelwelle (18) eines Verbrennungsmotors, wobei der Phasensteller (1) einen elektrischen Stellantrieb (14) und ein von diesem elektrischen Stellantrieb (14) eingangsseitig angetriebenes Getriebe (15) umfasst und die Kurbelwelle (18) über einen Primärtrieb (17) mit einem Nockenwellenrad (12) verbunden ist, das drehbar auf der Nockenwelle (16) gelagert und mit dieser durch das Getriebe (15) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Getriebe (15) eine negative Umlaufübersetzung und keine Selbsthemmung aufweist.

2. Elektromechanischer Phasensteller (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zum elektrischen Stellantrieb (14) eine separate Verriegelungsvorrichtung (11) vorgesehen ist, die den Phasensteller (1) unabhängig vom elektrischen Stellantrieb (14) auf ein Verriegelungssignal hin in einer vorgegebenen Phasenlage verriegelt.

3. Elektromechanischer Phasensteller (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Überwachungsmechanismus die Funktionsfähigkeit des elektrischen Stellantriebs (14) überprüft und bei Ausfall des elektrischen Stellantriebs (14) die separate Verriegelungsvorrichtung (11) aktiviert.

4. Elektromechanischer Phasensteller (1) nach einem der vorherigen Ansprüche zum Verstellen der Phasenlage der Nockenwelle (16) in Bezug zur Kurbelwelle (18), wobei der Bereich der möglichen Phasenlage zwischen zwei Endanschlägen (3a, 3b), dem sogenannten Spätendanschlag (3a) und dem sogenannten Frühendanschlag (3b), begrenzt ist, und  
a) sich die zwei Endanschläge (3a, 3b) eingangsseitig an einer mit dem Nockenwellenrad (12) verbundenen Drehscheibe (13) des Getriebes (15) befinden und in Wechselwirkung stehen mit einem Anschlag (2), der sich ausgangsseitig an einer mit der Nockenwelle (16) verbundenen Drehscheibe (4) des Getriebes (15) befindet, oder  
b) sich der Anschlag (2) eingangsseitig an der mit dem Nockenwellenrad (12) verbundenen Drehscheibe (13) des Getriebes (15) befindet und in Wechselwirkung steht mit den Endanschlägen (3a, 3b), die sich ausgangsseitig an der mit der Nockenwelle (16) verbundenen Drehscheibe (4) des Getriebes (15) be-

finden, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschlag (2) und/oder die Endanschläge (3a, 3b) relativ zur Drehscheibe (4, 13) radial und/oder tangential bewegbar ausgebildet sind.

5. Elektromechanischer Phasensteller (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die separate Verriegelungsvorrichtung (11) folgende Bestandteile umfasst:

- a) einen Rastiermechanismus (5a, 5b) pro Endanschlag (3a, 3b) über den im Normalbetrieb der Endanschlag (3a, 3b) gegen eine vorgespannte Feder (6a, 6b) in seiner Ausgangslage gehalten wird;
- b) einen Entriegelungsmechanismus (7), der bei Ausfall des elektrischen Stellantriebs (14) auf ein Signal hin den Endanschlag (3a, 3b) über den Rastiermechanismus (5a, 5b) entriegelt;
- c) einen Hemmmechanismus (10a, 10b) pro Endanschlag (3a, 3b), der verhindert dass der Endanschlag (3a, 3b) gegen die Richtung der Feder (6a, 6b) bewegt wird und
- d) einen internen Begrenzer (9a, 9b) pro Endanschlag (3a, 3b), der den Verstellweg des entriegelten Endanschlags (3a, 3b) von dessen Ausgangslage bis zu dessen Notlaufposition begrenzt.

6. Elektromechanischer Phasensteller (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die separate Verriegelungsvorrichtung (11) folgende Bestandteile umfasst:

- a) einen Rastiermechanismus, über den im Normalbetrieb der Anschlag (2) gegen eine vorgespannte Feder (6) in seiner Ausgangslage gehalten wird;
- b) einen Entriegelungsmechanismus, der bei Ausfall des elektrischen Stellantriebs (14) den Anschlag (2) über den Rastiermechanismus entriegelt;
- c) einen Hemmmechanismus (10), der verhindert, dass der Anschlag (2) gegen die Richtung der Feder (6) bewegt wird und
- d) einen internen Begrenzer (9a, 9b) pro Endanschlag (3a, 3b), der den Verstellweg des entriegelten Anschlags (2) auf dessen Weg zur Notlaufposition begrenzt.

7. Elektromechanischer Phasensteller (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (15) ein Taumelscheibengetriebe ist.

8. Elektromechanischer Phasensteller (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Überwachungsmechanismus einen Sensor aufweist, der den Stromfluss durch den elektrischen Stellantrieb (14) überwacht.

9. Verfahren zur Steuerung eines elektromechanischen Phasenstellers (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass beim Ausfall des elektrischen Stellantriebs (14) eine beliebig vorgebbare Notlaufposition zwischen den Endanschlägen (3a,

**3b)** angefahren wird, indem bei Ausfall des elektrischen Stellantriebes (14) durch den nun nicht mehr kompensierten Unterschied zwischen dem Drehmoment am Getriebeeingang und dem Drehmoment am Getriebeausgang die Phasenlage entsprechend dem resultierenden Drehmoment in Richtung eines der beiden Endanschläge (3a, 3b) verändert wird und

a) bei Erreichen der Notlaufposition der Phasensteller (1) verriegelt wird;

b) wenn die Notlaufposition nicht in der Verstellrichtung liegt, bei Erreichen des Endanschlags (3a, 3b) dort gehalten wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei Motordrehzahlen größer oder gleich einer vorgegebenen Drehzahl die Phase der Nockenwelle (16) so lange in Richtung des Frühendanschlags (3b) verstellt wird, bis die vorgegebene Notlaufposition erreicht und der Phasensteller (1) in dieser Position verriegelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei Motordrehzahlen größer oder gleich einer vorgegebenen Drehzahl und bei einer Phase jenseits der Notlaufposition die Phase der Nockenwelle so lange in Richtung des Frühendanschlags (3b) verstellt wird, bis dieser erreicht ist und die Phase dort gehalten wird.

12. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei Motordrehzahlen kleiner einer vorgegebenen Drehzahl die Phase der Nockenwelle (16) so lange in Richtung des Spätendanschlags (3a) verstellt wird, bis die vorgegebene Notlaufposition erreicht und der Phasensteller (1) in dieser Position verriegelt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstellung der Phase in Richtung des Frühendanschlags (3b) durch ein separates Bremsselement am Getriebeeingang erreicht wird.

14. Verfahren zur Steuerung eines elektromechanischen Phasenstellers (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass beim Ausfall des elektrischen Stellantriebes (14) eine beliebig vorgebbare Notlaufposition zwischen den Endanschlägen (3a) und (3b) angefahren wird, indem bei Ausfall des elektrischen Stellantriebes (14) durch den nun nicht mehr kompensierten Unterschied zwischen dem Drehmoment am Getriebeeingang und dem Drehmoment am Getriebeausgang die Phasenlage entsprechend dem resultierenden Drehmoment in Richtung eines der beiden Endanschläge (3a, 3b) verändert wird, wobei das Drehmoment an der Nockenwelle (16) während einer Umdrehung insbesondere durch die im Ventiltrieb auftretende Reibung und durch das Spannen und Entspannen der Ventildfedern einen positiven Anteil hat, der eine Verstellung der Phasenlage in Rich-

tung Spätendanschlag (3a) zur Folge hat, und einen negativen Anteil hat, der eine Verstellung der Phasenlage in Richtung Frühendanschlag (3b) zur Folge hat, der Entriegelungsmechanismus (7) der Verriegelungsvorrichtung (11) den Rastiermechanismus (5a, 5b) eines jeden Endanschlags (3a, 3b) entriegelt und die Endanschläge (3a) und (3b) durch die jeweilige vorgespannte Feder (6a, 6b) solange in Richtung ihrer jeweiligen Notlaufposition verstellt werden, bis der erste Endanschlag (3a, 3b) am Anschlag (2) anliegt und somit eine weitere Phasenverstellung in diese Richtung verhindert wird, der zweite Endanschlag (3a, 3b) zum selben Zeitpunkt durch die zugehörige vorgespannte Feder (6a, 6b) bis zur entsprechenden Notlaufposition verstellt ist, und bei den darauffolgenden wiederholten Wechseln der Phasenverstellrichtung der erste Endanschlag (3a, 3b) so lange verstellt wird, bis dieser ebenfalls seine Notlaufposition erreicht hat und der Phasensteller (1) somit verriegelt ist.

15. Verfahren zur Steuerung eines elektromechanischen Phasenstellers (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass beim Ausfall des elektrischen Stellantriebes (14) eine beliebig vorgebbare Notlaufposition zwischen den Endanschlägen (3a) und (3b) angefahren wird, indem bei Ausfall des elektrischen Stellantriebes (14) durch den nun nicht mehr kompensierten Unterschied zwischen dem Drehmoment am Getriebeeingang und dem Drehmoment am Getriebeausgang die Phasenlage entsprechend dem resultierenden Drehmoment in Richtung eines der beiden Endanschläge (3a, 3b) verändert wird, wobei das Drehmoment an der Nockenwelle (16) während einer Umdrehung insbesondere durch die im Ventiltrieb auftretende Reibung und durch das Spannen und Entspannen der Ventildfedern einen positiven Anteil hat, der eine Verstellung der Phasenlage in Richtung Spätendanschlag (3a) zur Folge hat, und einen negativen Anteil hat, der eine Verstellung der Phasenlage in Richtung Frühendanschlag zur Folge hat, und der Entriegelungsmechanismus der Verriegelungsvorrichtung den Rastiermechanismus des Anschlags (2) entriegelt und der Anschlag (2) durch die vorgespannte Feder (6) auf dem Weg zwischen einem der Endanschläge (3a, 3b) und der Notlaufposition durch den jeweiligen Begrenzer (9a, 9b) blockiert und somit eine weitere Phasenverstellung in diese Richtung verhindert wird, und bei den darauffolgenden wiederholten Wechseln der Phasenverstellrichtung der Anschlag (2) so lange verstellt wird, bis dieser die Notlaufposition erreicht hat und der Phasensteller (1) somit verriegelt ist.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen



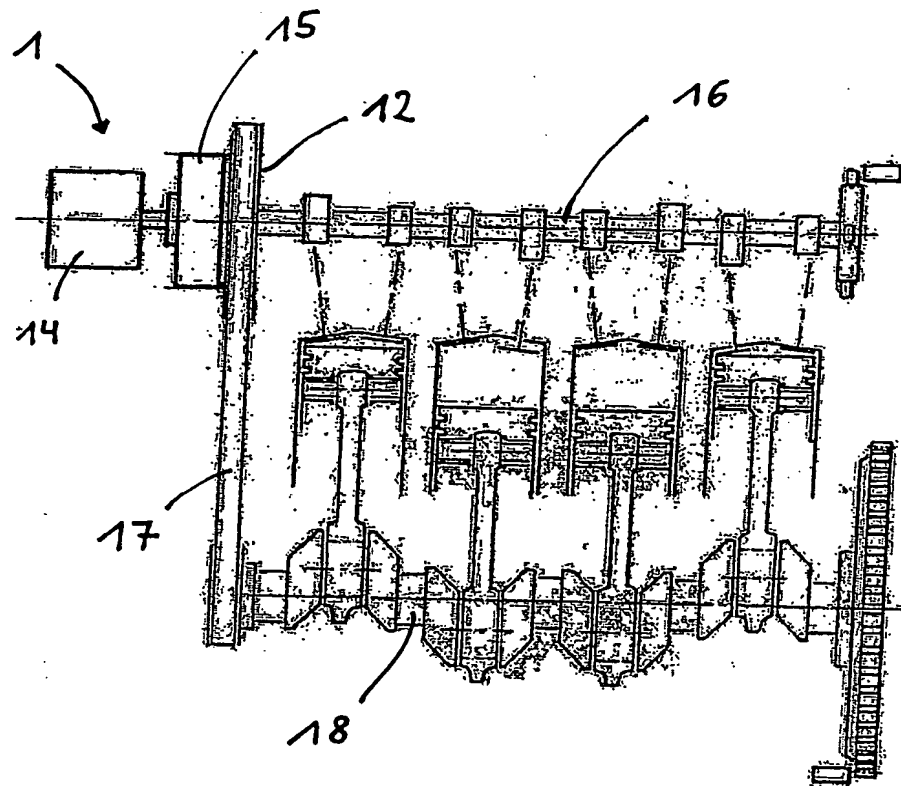


Fig. 1

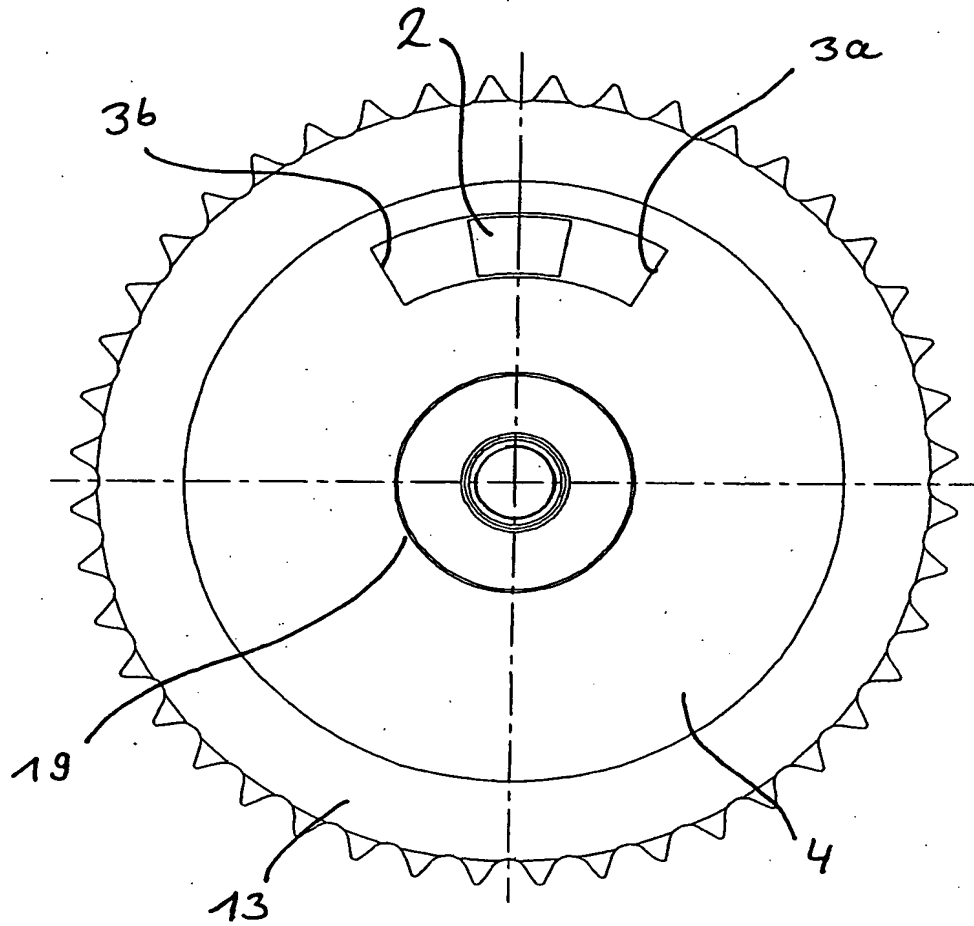


Fig. 2

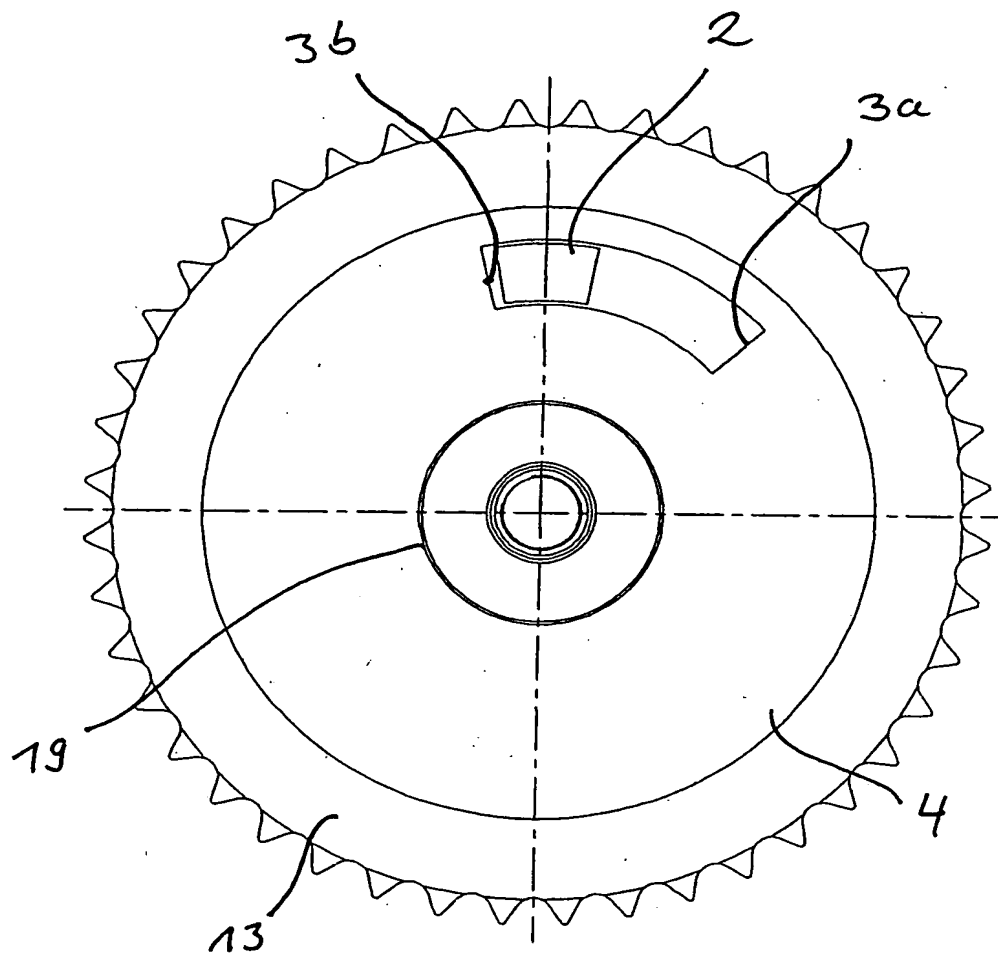


Fig. 3

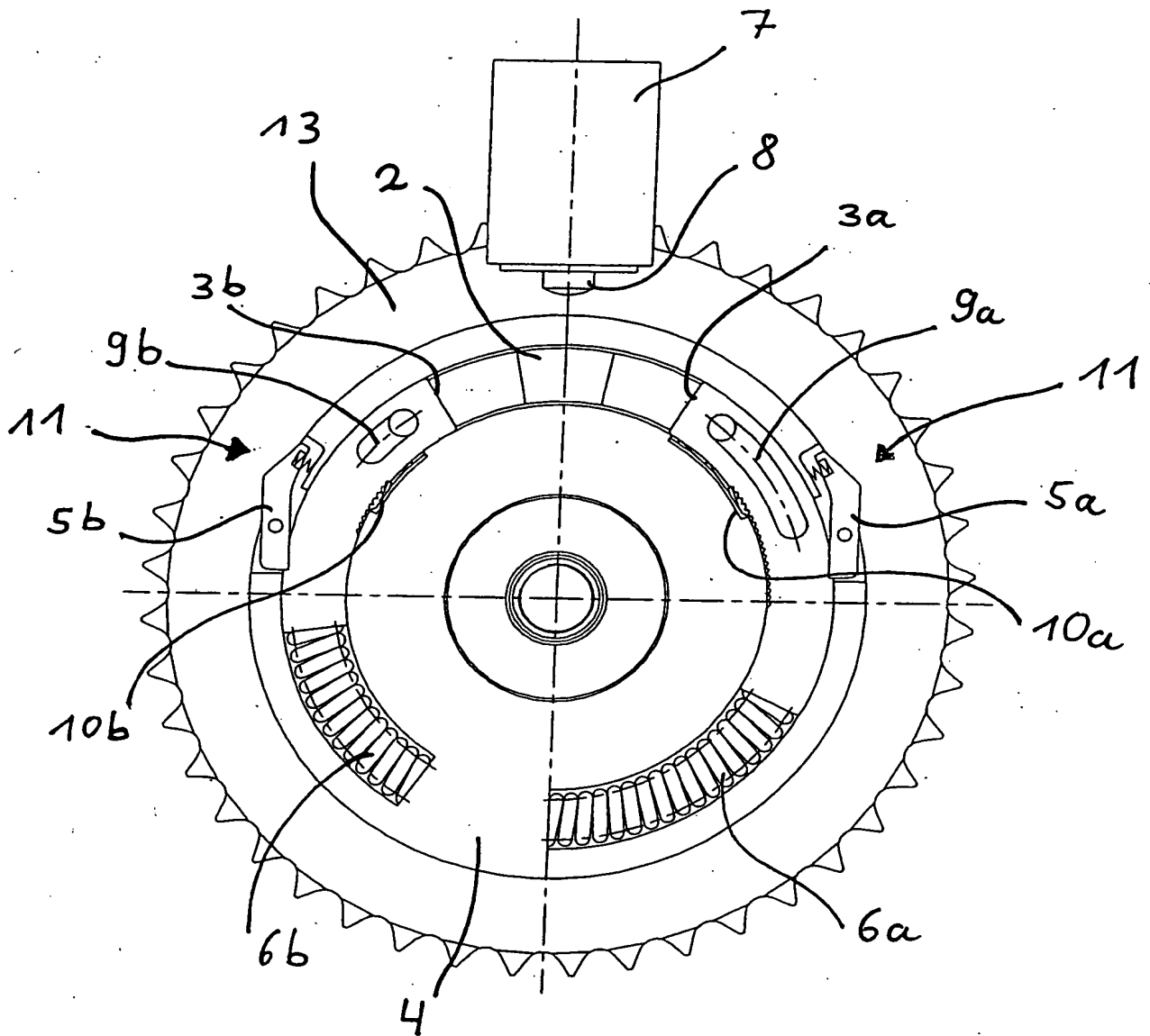


Fig. 4

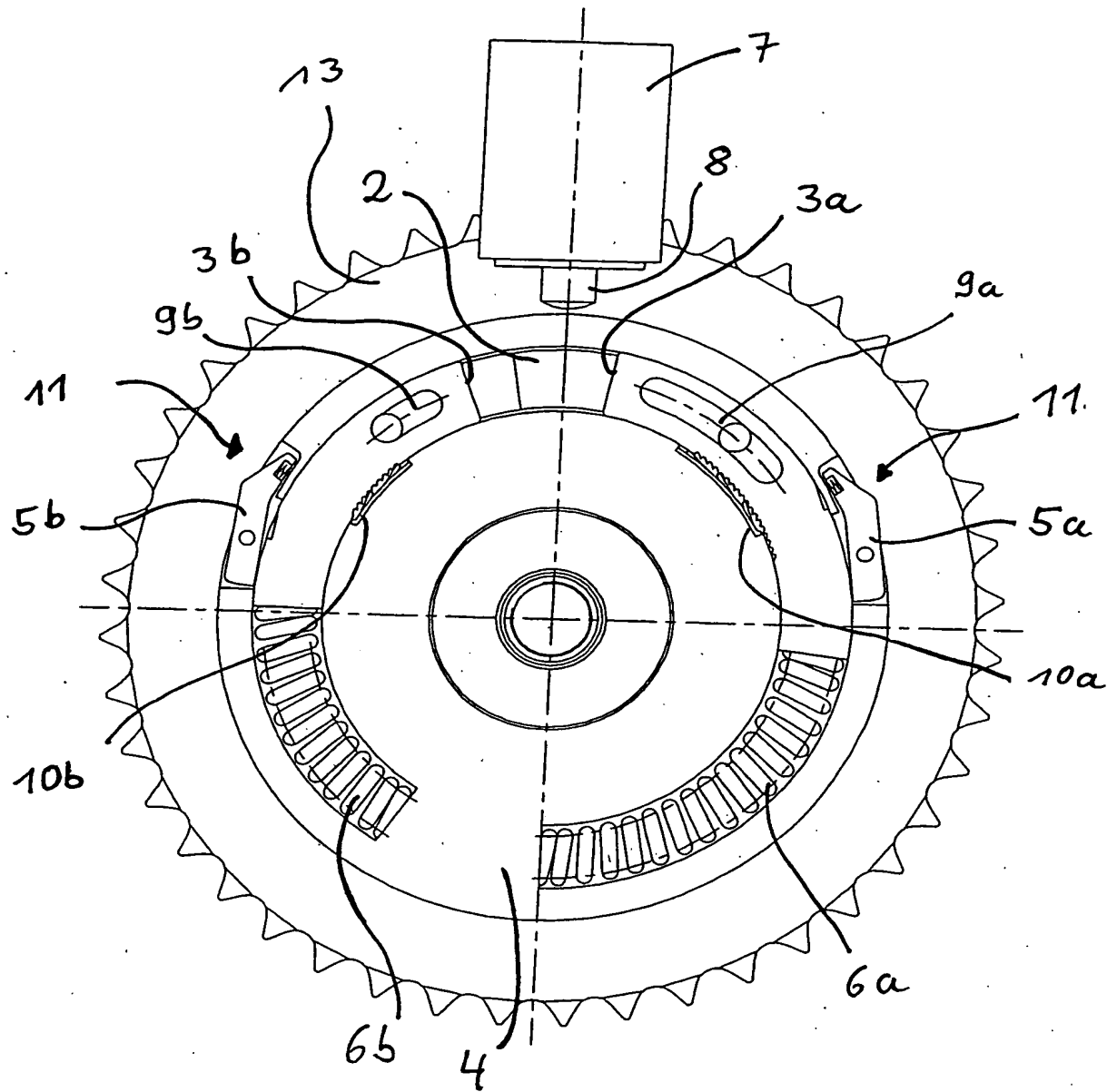


Fig. 5

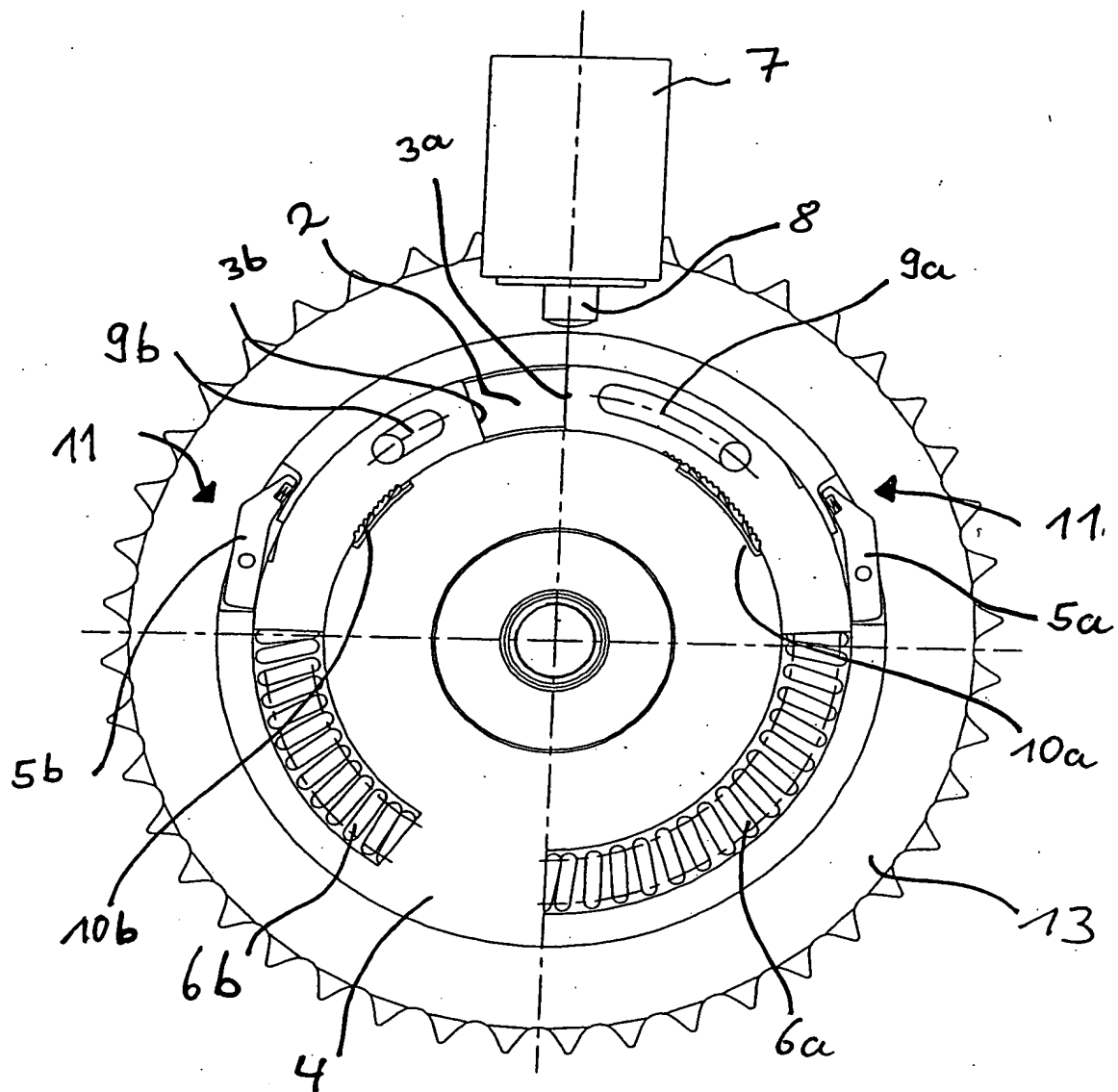


Fig. 6

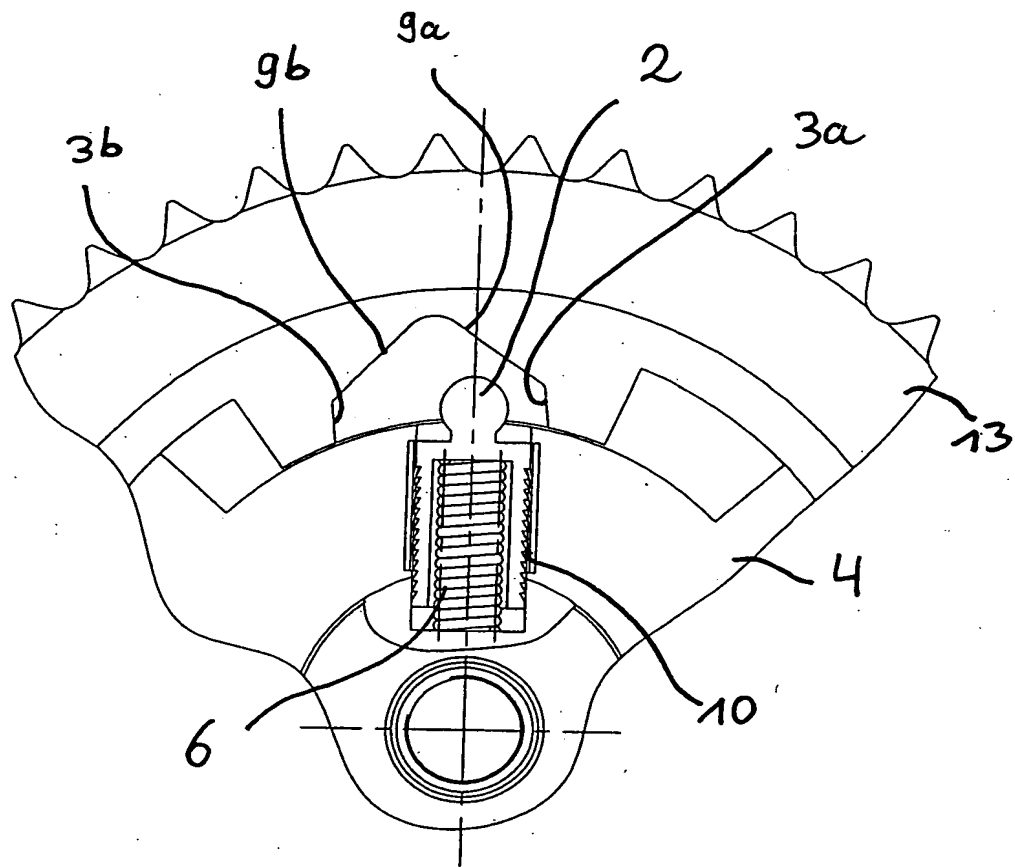


Fig. 7

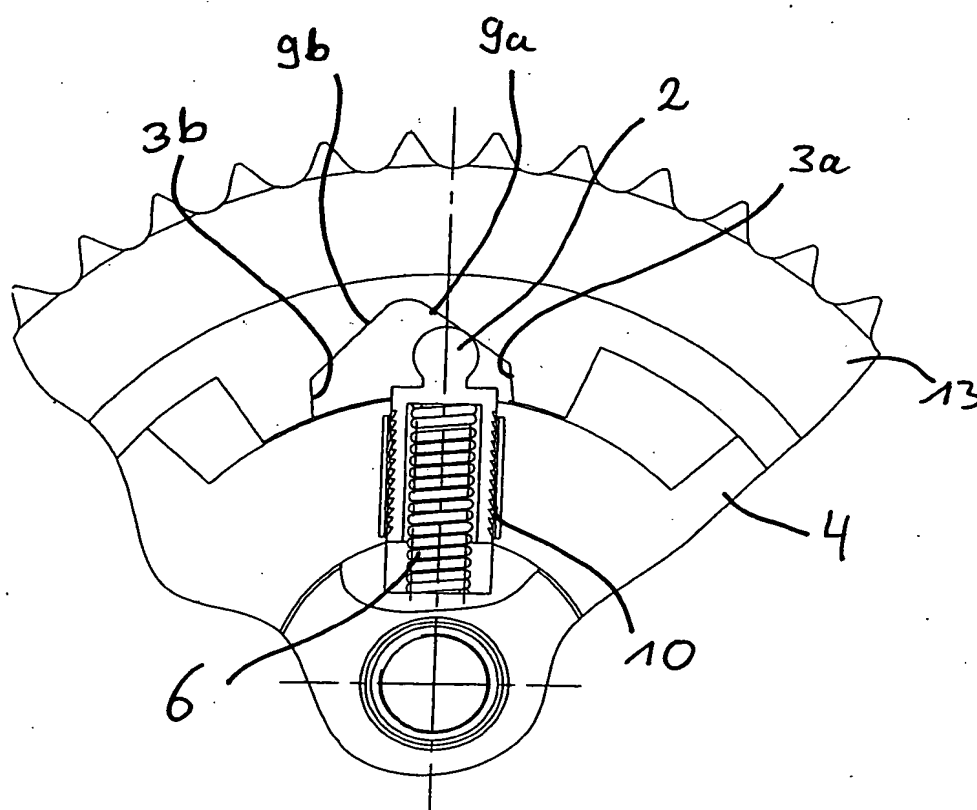


Fig. 8



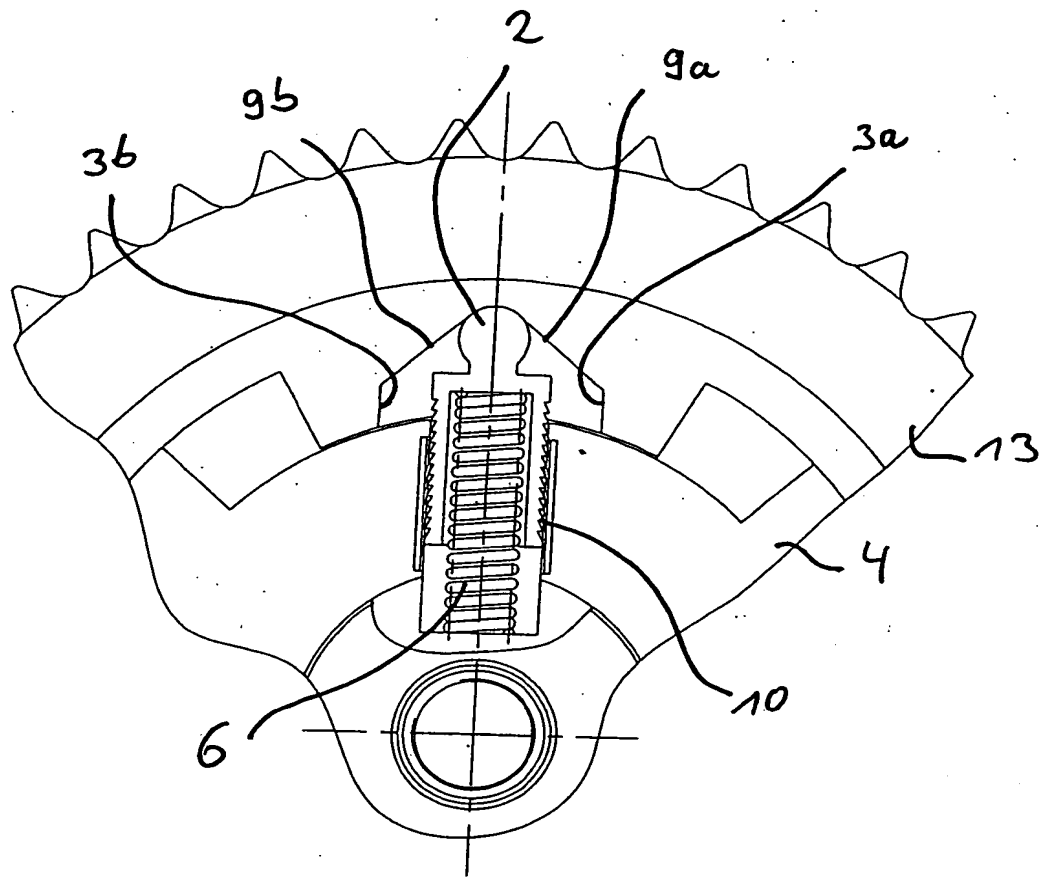


Fig. 9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**